

## 감정 인식을 위한 음성 특징 도출

### Extraction of Speech Features for Emotion Recognition

권 철 홍<sup>1)</sup> · 송 승 규<sup>2)</sup> · 김 중 열<sup>3)</sup> · 김 근 호<sup>4)</sup> · 장 준 수<sup>5)</sup>

Kwon, Chulhong · Song, Seungkyu · Kim, Jongyeol · Kim, Keunho · Jang, Junsu

#### ABSTRACT

Emotion recognition is an important technology in the filed of human-machine interface. To apply speech technology to emotion recognition, this study aims to establish a relationship between emotional groups and their corresponding voice characteristics by investigating various speech features. The speech features related to speech source and vocal tract filter are included. Experimental results show that statistically significant speech parameters for classifying the emotional groups are mainly related to speech sources such as jitter, shimmer, F0 (F0\_min, F0\_max, F0\_mean, F0\_std), harmonic parameters (H1, H2, HNR05, HNR15, HNR25, HNR35), and SPI.

**Keywords:** Emotion recognition, speech, features, speech source, vocal tract filter

#### 1. 서론

사람의 음성은 의사소통의 도구일 뿐만 아니라 화자 개인, 성별, 나이, 지역성 등 여러 가지 정보를 포함하고 있는데 그 중에 감정 상태도 포함하고 있다. 음성에 포함된 감정은 화자의 심리상태를 나타내어 상대방과의 의사소통에서 의사를 전달하는데 도움을 준다. 로봇 등 휴먼-머신 인터페이스 분야에서 중요한 기술 중의 하나가 감정을 인식하는 것이다.

일반적으로 사람들이 감정을 인식할 때 한 가지 정보만 가지고 인식하는 게 아니라 다양한 정보를 이용한다. 인간의 감정을 인식하는 방법으로 영상을 이용하는 방법, 음성을 이용하는 방법 그리고 생체신호를 이용하는 방법들이 시도되었다. 그러나 본 논문에서는 음성 정보만을 활용하여 감정을 인식하

는 데 주안점을 둔다. 음성은 기본적인 의사소통 수단이어서 다양한 인터페이스에 적용되고 측정하기가 간단하다는 장점을 갖고 있어 감정을 인식하는 도구로서 적합하다.

음성을 이용한 감정 인식에 관한 연구로, [1]에서는 음성신호의 세기, 피치, LPC(Linear Predictive Coding) 분석을 통해 구한 특징 벡터를 신경망 알고리즘에 적용하여 감정을 분류하였는데, 8가지 감정에 대하여 분류 결과를 얻었다. [2]에서는 벡터 양자화와 GMM(Gaussian Mixture Model)을 이용하여 화자 및 문장에 독립적인 감정인식을 시도하였다. [3]에서는 음성신호의 에너지, 피치, 길이, LPC 계수, 지터를 이용하여 6가지 감정을 인식하는 데 피치 모델과 신경망을 비교 분석하였다. [4]에서는 이동통신 환경에서 실시간으로 입력되는 음성신호로부터 두 가지 감정을 인식하는 시스템을 제안했다. [5]에서는 지능 로봇과의 음성 인터페이스시 감정을 인식하는 시뮬레이션을 실험했는데, 6가지 감정에 대하여 피치, 에너지, 주파수변이, 진폭변이, Teager 에너지, 발화율, 포먼트 등을 이용하였다. [6]에서는 개인화된 음성신호의 감정인식을 위하여 PLP(Preceptual Linear Prediction) 분석을 통해 구한 음성 특징을 이용하여 7가지 감정에 대해 남녀 배우를 대상으로 실험을 수행하였다.

본 논문에서는 음성의 여러 특징 파라미터 중에서 감정을 구분하는 데 관련이 깊은 변수를 찾아내고자 한다.

- 1) 대전대학교 chkwon@dju.ac.kr, 교신저자
- 2) 대전대학교 sskclub@lycos.co.kr
- 3) 한국한의학연구원 ssmmed@kiom.re.kr
- 4) 한국한의학연구원 rkim70@kiom.re.kr
- 5) 한국한의학연구원 junsu.jang@kiom.re.kr

이 논문은 2011년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단(No. 20110027738)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

접수일자: 2012년 2월 27일  
게재결정: 2012년 5월 14일

### 2. 감정 상태 분류와 음성 데이터 수집

서론에 기술되어 있듯이 기존 연구에서 사람의 감정을 다양하게 분류했지만, 본 논문에서는 감정 상태를 화남, 지루함, 놀람, 무감정, 기쁨, 슬픔 등 6가지로 정하였다. 피험자가 발생할 음성 데이터는 5개의 모음(아, 에, 이, 오, 우)과 하나의 문장(“우리는 높은 산에 올라가 맑은 공기를 마시고 왔습니다.”)으로 정하였다. 모음을 대상으로 한 것은 음성 특징 파라미터를 추출하기에 적합하기 때문이다.

음성 DB는 배우나 성우가 아닌 20대 대학생 50명이 6가지 감정 상태에서 5개의 모음과 하나의 문장을 발성한 것을 수집하였다. 모든 음성 데이터는 조용한 사무실 공간에서 수집하였으며, 사용된 마이크는 AKG-D880을 마이크 스탠드에 고정하여 입과 마이크 거리가 4-5cm가 되도록 특별한 주의를 기울였다. 음성 데이터는 PCM signed 16bits, 모노 형식으로 샘플링 주파수 16kHz로 수집하였다.

### 3. 감정과 상관관계 있는 음성 특징 도출

본 연구에서는 음성 특징에 대한 기존 연구 범위를 확장하여, 음성신호의 음원정보와 관련된 파라미터와 성도필터와 관계된 파라미터들을 광범위하게 이용한다[7]. 음성신호의 음원정보와 관련된 파라미터에는 기본주파수에 관한 파라미터(F0\_mean, F0\_max, F0\_min, F0\_std), 에너지 크기(Intensity), 피치주기 변화율(Jitter), 진폭 변화율(Shimmer), 하모닉과 잡음의 에너지 비율에 관한 파라미터(HNR05, HNR15, HNR25, HNR35), 주기성의 강도(CPP), 하모닉에 관한 파라미터(H1, H2, H4, H1-H2, H2-H4), 부드럽게 말하는 정도(SPI) 등이 있다. 음성신호의 성도필터와 관계된 변수로는 포먼트 주파수 F1~F4, 각 포먼트의 대역폭 B1~B4, 각 포먼트의 진폭 A1~A4, 하모닉과 포먼트 진폭의 차이(H1-A1, H1-A2, H1-A3), LTAS 등이 있다.

총 50명으로부터 5개의 모음과 1개의 문장에 대한 음성 데이터를 수집하여, 모음 당 32개씩 160개의 음성 파라미터와 문장 당 5개의 음성 파라미터를 합쳐서 총 165개의 음성 파라미터를 추출하였다.

ANOVA(분산분석)는 세 개 이상의 모집단 평균 간의 차이를 검증하는 데 이용하는 분석방법이다[8]. 본 논문에서 모집단(감정상태)이 6개이므로 ANOVA를 실시하여 집단 간에 유의한 차이가 있는 음성 특징 파라미터를 도출하였다.

ANOVA 분석을 시행하여 6가지 감정 상태를 구분하는 통계적으로 유의한(p 값<0.05) 음성 특징 파라미터와 평균값은 [표 1]과 같다. 표에서 \_a, e, i, o, u는 모음 아, 에, 이, 오, 우를, \_s는 문장을 의미한다.

표 1. 통계적으로 유의한 음성 파라미터와 평균값  
Table 1. Statistically significant speech parameters and their mean values

	화남	지루함	놀람	무감정	기쁨	슬픔
Jitter_a	0.440	0.438	0.327	0.425	0.392	0.456
Jitter_e	0.393	0.410	0.330	0.387	0.368	0.425
Jitter_i	0.401	0.374	0.320	0.350	0.348	0.403
Jitter_o	0.391	0.459	0.303	0.373	0.351	0.460
Jitter_u	0.399	0.510	0.351	0.424	0.311	0.581
평균	0.405	0.438	0.326	0.392	0.354	0.465
Shimmer_a	1.79	2.14	1.70	2.15	1.98	1.80
Shimmer_e	1.26	1.45	1.38	1.32	1.28	1.50
Shimmer_i	1.30	1.78	1.47	1.51	1.32	1.64
Shimmer_o	1.93	3.78	1.44	2.36	1.67	3.33
Shimmer_u	3.46	4.84	2.34	3.96	2.07	5.70
평균	1.95	2.80	1.67	2.26	1.66	2.79
F0_min_a	108	106	144	109	141	108
F0_min_e	111	108	137	113	143	112
F0_min_i	117	111	152	115	145	117
F0_min_o	112	112	151	113	150	114
F0_min_u	114	112	156	116	141	114
평균	112	110	148	113	144	113
F0_max_a	156	126	200	133	181	155
F0_max_e	148	131	197	150	194	138
F0_max_i	155	144	213	146	196	145
F0_max_o	175	152	233	137	237	145
F0_max_u	154	140	214	144	212	143
평균	158	139	211	142	204	145
f0_mean_a	133	117	185	121	164	123
f0_mean_e	138	121	181	125	172	127
f0_mean_i	143	125	197	131	188	133
f0_mean_o	140	124	193	128	187	128
f0_mean_u	142	126	199	132	192	131
평균	139	123	191	127	181	128
F0_std_a	5.93	2.39	6.99	2.55	5.01	2.75
F0_std_e	4.66	2.67	8.18	3.70	6.11	2.96
F0_std_i	4.74	3.07	7.92	3.45	7.06	3.56
F0_std_o	7.72	4.33	10.30	2.96	10.21	3.04
F0_std_u	5.16	3.40	7.14	3.16	8.87	3.34
평균	5.64	3.17	8.11	3.16	7.45	3.13
LTAS_a	-18.4	-21.9	-15.5	-21.4	-16.0	-22.2
LTAS_e	-22.2	-26.8	-19.3	-25.5	-19.9	-26.7
LTAS_i	-24.6	-29.4	-21.9	-28.1	-21.1	-29.7
LTAS_o	-36.0	-38.1	-31.1	-39.4	-31.6	-39.5
LTAS_u	-35.4	-37.4	-31.5	-38.0	-31.6	-37.8
평균	-27.3	-30.7	-23.9	-30.5	-24.0	-31.2

H1_a	21.3	24.7	18.4	23.2	19.3	24.2
H1_e	22.5	25.0	19.0	24.3	20.5	24.6
H1_i	21.3	23.6	18.3	23.1	18.3	23.3
H1_o	20.8	22.8	16.9	22.0	17.1	22.5
H1_u	21.2	22.6	18.0	21.8	17.7	22.3
평균	21.4	23.7	18.1	22.9	18.6	23.4
H2_a	17.6	20.3	11.4	19.2	13.0	19.1
H2_e	17.8	19.5	11.3	19.5	13.1	18.6
H2_i	14.7	15.9	14.6	15.4	13.6	15.3
H2_o	14.7	16.7	8.3	16.5	8.0	16.5
H2_u	14.9	15.9	13.0	16.1	11.4	15.7
평균	15.9	17.7	11.7	17.3	11.8	17.0
H1-A1_a	26.1	32.1	23.5	30.3	25.4	31.5
H1-A1_e	22.0	26.2	21.0	24.5	22.2	25.2
H1-A1_i	11.3	12.7	10.4	10.8	11.0	13.0
H1-A1_o	17.0	19.8	21.6	18.0	13.8	18.9
H1-A1_u	15.2	16.2	12.6	14.6	11.5	17.1
평균	18.3	21.4	17.8	19.6	16.8	21.1
H1-A2_a	28.3	33.8	24.0	31.9	27.0	33.0
H1-A2_e	24.1	29.1	20.4	27.5	22.3	28.6
H1-A2_i	17.0	22.0	11.7	20.3	11.7	21.0
H1-A2_o	22.3	25.1	15.6	24.0	15.6	21.2
H1-A2_u	22.8	24.6	17.4	23.2	17.9	25.0
평균	22.9	26.9	17.8	25.4	18.9	25.8
H1-A3_a	12.9	19.6	9.5	17.7	11.2	18.4
H1-A3_e	19.8	24.2	15.4	22.3	18.4	24.3
H1-A3_i	12.7	16.2	7.1	14.6	6.4	17.2
H1-A3_o	3.1	5.8	0.1	5.6	0.2	6.5
H1-A3_u	5.2	9.4	0.2	7.0	2.7	9.2
평균	10.7	15.0	6.5	13.4	7.8	15.1
HNR05_a	44.8	39.2	51.1	42.8	49.6	41.0
HNR05_e	43.4	38.5	48.7	40.0	48.0	39.1
HNR05_i	40.6	35.5	45.2	37.8	45.5	37.3
HNR05_o	35.2	27.8	43.4	30.4	42.6	27.2
HNR05_u	31.1	24.3	37.5	24.9	38.7	23.1
평균	39.0	33.1	45.2	35.2	44.9	33.5
HNR15_a	43.0	39.2	47.0	42.1	45.5	40.7
HNR15_e	49.6	46.8	52.3	47.8	52.3	47.0
HNR15_i	55.8	52.6	58.7	54.9	59.5	54.1
HNR15_o	46.5	41.0	50.7	43.5	50.6	40.6
HNR15_u	43.2	37.4	47.2	38.5	48.4	37.2
평균	47.62	43.40	51.18	45.36	51.26	43.92
HNR25_a	48.6	45.4	52.6	47.7	50.9	46.6
HNR25_e	47.9	45.7	51.2	46.6	50.9	45.8
HNR25_i	54.8	52.7	58.4	54.8	59.6	54.1
HNR25_o	53.9	49.1	58.5	51.3	58.7	48.8

HNR25_u	49.6	44.6	54.4	46.0	55.6	44.8
평균	51.0	47.5	55.0	49.3	55.1	48.0
HNR35_a	46.2	43.6	51.0	45.5	49.1	44.8
HNR35_e	45.9	43.8	49.6	44.8	49.1	44.0
HNR35_i	50.1	48.6	54.8	50.5	55.7	49.9
HNR35_o	52.1	48.4	56.7	50.2	57.1	48.2
HNR35_u	49.1	45.4	54.1	46.6	55.0	45.8
평균	48.7	46.0	53.2	47.5	53.2	46.5
SPI_a	15.9	22.6	12.8	19.6	11.7	24.9
SPI_e	9.3	13.4	5.9	11.6	6.4	13.3
SPI_i	11.6	18.0	8.0	15.9	7.7	18.4
SPI_o	42.1	54.0	28.3	52.8	26.3	58.6
SPI_u	46.0	56.8	30.1	56.9	31.6	57.6
평균	25.0	33.0	17.0	31.4	16.7	34.6
F0_min_s	91	92	103	91	109	91
F0_max_s	166	160	208	169	209	164
F0_mean_s	127	118	162	122	160	119
F0_std_s	15.6	11.2	20.5	12.9	19.8	11.9
LTAS_s	-22.8	-26.1	-20.7	-25.0	-20.4	-26.5

도출된 음성 파라미터는 Jitter, Shimmer, F0 계열(F0\_min, F0\_max, F0\_mean, F0\_std), 하모닉 파라미터(H1, H2, HNR05, HNR15, HNR25, HNR35), SPI 등 주로 음원 정보와 관련 있는 파라미터들이다.

이들 파라미터에 대해 설명하면 다음과 같다. Jitter는 피치 주기의 변화율에 관한 파라미터로 연속적인 피치주기의 평균 변화율을 나타낸다. 이 파라미터는 놀람과 같은 고음일 때 값이 작고, 슬픔과 같은 저음일 때 값이 크다.

Shimmer는 진폭의 변화율을 나타내는데 사용하는 파라미터로 연속적인 진폭변화율의 평균값을 나타낸다. 이 파라미터는 에너지 레벨의 분포를 보여 주는데, 놀람, 기쁨과 같이 에너지 세기가 클 때 값이 작고, 지루함, 슬픔 등 세기가 작을 때 값이 크다.

F0\_mean은 기본주파수의 평균값, F0\_max는 각 피험자의 기본주파수 중 최댓값, F0\_min은 최솟값, F0\_std는 표준편차이다. F0\_mean, F0\_max, F0\_min는 고음과 저음 목소리를 구분하는 파라미터이고, F0\_std는 감정 상태에 따라 기본주파수가 얼마나 변화하는가를 보기 위한 것이다. 화남, 지루함, 무감정, 슬픔과 같은 감정 상태는 저음에서 발화하고 표준편차가 작음을 알 수 있고, 놀람, 기쁨인 경우 반대의 현상을 보여 준다.

LTAS(Long Term Average Spectral Slope)는 스펙트럼에서 주파수 증가에 따른 하모닉 에너지의 감소율을 보여주는 파라미터로, 이 파라미터 값이 음수인 것은 고주파로 갈수록 하모닉 에너지가 줄어들고 있음을 나타낸다. 놀람, 기쁨인 경우 보

다 지루함, 무감정, 슬픔인 경우가 하모닉 에너지 감소율이 큼을 보여 준다.

H1, H2는 첫 번째, 두 번째 하모닉의 진폭을, A1, A2, A3는 첫 번째, 두 번째, 세 번째 포먼트의 진폭을 나타낸다. H1, H2, H1-A1, H1-A2, H1-A3 모두 놀람, 기쁨에서 작은 값을, 지루함, 무감정, 슬픔에서 큰 값을 갖는다. H1-A1은 첫 번째 포먼트 대역폭 B1의 크기를 보여 주는 파라미터로서, 기쁨보다 맑은 목소리에서 작은 값을 갖는다[9]. H1-A3는 스펙트럼 기울기를 나타내는 파라미터로서, 이 변수도 기쁨보다 맑은 목소리에서 작은 값을 갖는다[9][10]. 이러한 연구 결과는 놀람, 기쁨에서 이들 파라미터 값이 작은 이유를 설명해 준다.

HNR(Harmonics to Noise Ratio)은 하모닉과 잡음의 에너지 비를 보여준다. HNR05는 0~500Hz 사이, HNR15는 0~1,500Hz 사이, HNR25는 0~2,500Hz 사이, HNR35는 0~3,500Hz 사이의 HNR을 나타낸다. HNR05, HNR15, HNR25, HNR35 모두 지루함, 무감정, 슬픔에서 작은 값을, 놀람, 기쁨에서 큰 값을 갖는다. 이 파라미터는 쉰 목소리(hoarseness)의 정도를 나타내는데, 쉰 정도가 크다면 고주파 영역에서 하모닉 성분이 줄고 잡음 성분이 증가하는 특징을 가지므로 HNR은 작은 값을 갖는다는 연구 결과[11][12]와 상통하는 결과가 나왔다.

SPI(Soft Phonation Index)는 부드럽게 발화하는 정도를 나타내는 파라미터로 저주파(70-1600Hz)에서의 하모닉 에너지와 고주파(1600-4500Hz)에서의 하모닉 에너지의 비이다. 지루함, 무감정, 슬픔에서 이 파라미터가 큰 값을 갖는다는 것은 이들 감정 상태에서 부드럽게 발화한다는 것을 보여 준다.

4. 도출된 음성 특징과 감정 상태 상관관계 분석

[표 1]의 결과를 정리해서 보면, 각 음성 파라미터는 [표 2]와 같이 감정 상태를 분류하는 데 기여함을 알 수 있다. 표에서 F0\_mean은 (화남, 지루함, 무감정, 슬픔)을 하나의 그룹으로 묶고, (놀람, 기쁨)을 다른 하나의 그룹으로 묶어 두 개의 그룹으로 분리한다. 표에서 ‘vs’ 앞 그룹이 작은 값을 뒤 그룹이 큰 값을 갖는다.

전반적으로 화남, 지루함, 무감정, 슬픔이 하나의 그룹으로, 놀람, 기쁨이 다른 하나의 그룹으로 묶이는 것을 알 수 있다. 그런데 놀람과 기쁨은 jitter 값에서 차이가 있다. 화남, 지루함, 무감정, 슬픔이 하나의 그룹으로 묶이는 경향이 있으나, 화남과 나머지 세 가지 감정(지루함, 무감정, 슬픔)은 LTAS, H1-A1, H1-A3, HNR, SPI 등에서 차이가 있다. 지루함, 무감정, 슬픔으로 묶이는 그룹에서 무감정은 지루함, 슬픔과 shimmer에서, 지루함과 슬픔은 jitter에서 차이가 있다. 이러한 관찰을 감정을 분류하는 알고리즘에 적용할 수 있다고 생각한다.

표 2. 감정 상태를 분류하는 음성 파라미터  
표 2. Speech parameters classifying the emotional groups

음성 파라미터	감정 상태
Jitter	놀람 vs 슬픔
Shimmer	놀람,기쁨 vs 지루함,슬픔
F0_min	화남,지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
F0_max	화남,지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
F0_mean	화남,지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
F0_std	지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
LTAS	놀람,기쁨 vs 지루함,무감정,슬픔
H1	놀람,기쁨 vs 지루함,무감정,슬픔
H2	놀람,기쁨 vs 지루함,무감정,슬픔
H1-A1	놀람,기쁨 vs 지루함,무감정,슬픔
H1-A2	놀람,기쁨 vs 지루함,무감정,슬픔
H1-A3	놀람,기쁨 vs 지루함,무감정,슬픔
HNR05	지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
HNR15	지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
HNR25	지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
HNR35	지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
SPI	놀람,기쁨 vs 지루함,무감정,슬픔
F0_min_s	화남,지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
F0_max_s	화남,지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
F0_mean_s	화남,지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
F0_std_s	지루함,무감정,슬픔 vs 놀람,기쁨
LTAS_s	놀람,기쁨 vs 지루함,무감정,슬픔

	화남	지루함	놀람	무감정	기쁨	슬픔
Jitter			소			대
Shimmer		대	소		소	대
F0	저	저	고	저	고	저
LTAS		대	소	대	소	대
H1-A1		대	소	대	소	대
H1-A3		대	소	대	소	대
HNR		소	대	소	대	소
SPI		대	소	대	소	대

5. 결론

본 논문에서는 음성의 여러 특징 파라미터 중에서 감정을 인식하는데 관련이 깊은 변수를 찾아내고자 한 연구이다. 연구에 사용한 음성 특징은 음원정보와 관련된 파라미터와 성도 필터와 관련된 파라미터 등을 광범위하게 포함시켰다. 이 중

에서 감정 상태를 분류하는데 통계적으로 유의한 파라미터는 jitter, shimmer, F0 계열(F0\_min, F0\_max, F0\_mean, F0\_std), 하모닉 파라미터(H1, H2, HNR05, HNR15, HNR25, HNR35), SPI 등 주로 음원 정보와 관련 있는 파라미터들이다.

앞으로, 다양한 데이터 모델링 방법을 적용하여 감정을 인식하는 알고리즘에 대한 연구를 진행할 계획이다. 적용 알고리즘으로는 SVM(Support Vector Machine), 결정트리, 신경망, HMM(Hidden Markov Models) 등을 계획하고 있다.

### 참고문헌

[1] Vicholson, J., Takahashi, K., Nakatsu, R., (2000). Emotion recognition in speech using neural networks, *Neural Computing and Application*, Vol. 9, 290-296.

[2] Kang, M. G., Seo, J. T., Kim, W. G., (2004). Emotion recognition based on GMM using speech signals, *J. of Acoustical Society of Korea*, Vol. 23, No. 3, 235-241.  
(강만규, 서정태, 김원구 (2004). 음성신호를 사용한 GMM 기반의 감정인식, 한국음향학회지, 23권 3호, 235-241.)

[3] Razak, A., Komiya, R., Abidin, M., (2005). Comparison between fuzzy and NN method for speech emotion recognition, *Proc. of the Third International Conference on Information Technology and Applications*, Vol. 1, 297-302.

[4] Cho, Y. H., Park, G. S., (2006), A study on robust speech emotion feature extraction under the mobile communication environment, *J. of Acoustical Society of Korea*, Vol. 25, No. 6, 269-276.  
(조윤호, 박규식 (2006). 이동통신 환경에서 강인한 음성 감정 특징 추출에 관한 연구, 한국음향학회지, 25권 6호, 269-276.)

[5] Jang, K. D., Kim, N., Kwon, O. W., (2006). Speech emotion recognition on a simulated intelligent robot, *Malsori*, Vol. 56, 173-183.  
(장광동, 김남, 권오욱 (2006). 모의 지능 로봇에서의 음성 감정 인식, 말소리, 56권, 173-183.)

[6] Jung, B. W., Cheun, S. P., Kim, Y. T., Kim, S. S., (2008). An emotion recognition technique using speech signals, *J. of Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 18, No. 4, 494-500.  
(정병욱, 천성표, 김연태, 김성신 (2008). 음성신호를 이용한 감정인식, 한국지능시스템학회 논문지, 18권 4호, 494-500.)

[7] Han, S. M., Kim, S. B., Kim, J. Y., Kwon, C. H., (2011). A preliminary study on correlation between voice characteristics and speech features, *The Phonetics and Speech Sciences*, Vol. 3, No. 4, 85-91.  
(한성만, 김상범, 김종열, 권철홍 (2011), 목소리 특성의

주관적 평가와 음성 특징과의 상관관계 기초연구, 한국음성학회, 말소리와 음성과학, 3권 4호, 85-91)

[8] Seong, T. J., (2007). Understanding and application of modern basic statistics, Kyoyookbook.  
(성태제 (2007). 현대 기초통계학의 이해와 적용, 교육과학사.)

[9] Wayland, R., Jongman, A. (2003). Acoustic correlates of breathy and clear vowels: the case of Khmer, *Journal of Phonetics*, Vol. 31, 181-201.

[10] Isefi, M., Shue, Y. L., Alwan, A. (2007). Age, sex, and vowel dependencies of acoustic measures related to the voice source, *Journal of Acoustical Society of America*, Vol. 121, No. 4, 2283-2295.

[11] C. T. Ferrand, (2002). Harmonics-to-Noise Ratio: an index of vocal aging, *Journal of Voice*, Vol. 16, No. 4, 480-487.

[12] Boersma, P. (1993). Accurate short-term analysis of the fundamental frequency and the harmonics-to-noise ratio of a sampled sound, *Proceedings of Institute of Phonetic Sciences*, Vol. 17, 97-110.

• 권철홍 (Kwon, Chulhong), 교신저자  
대전대학교 정보통신공학과  
Tel: 04-280-2555 Fax: 042-280-2559  
Email: chkwon@dju.ac.kr  
관심분야: 음성신호처리, 한의공학  
1997~현재 정보통신공학과 교수

• 송승규 (Song, Seungkyu)  
대전대학교 정보통신공학과  
Tel: 04-280-2567 Fax: 042-280-2559  
Email: sskclub@lycos.co.kr  
관심분야: 음성기술  
현재 대전대학교 대학원 석사과정

• 김종열 (Kim, Jongyeol)  
한국한의학연구원 선임연구본부  
대전광역시 유성구 유성대로 1672  
Tel: 042-868-9489 Fax: 042-868-9480  
Email: ssmmed@kiom.re.kr  
관심분야: 사상체질의학  
현재 한국한의학연구원 선임연구본부장

• 김근호 (Kim, Keunho)  
한국한의학연구원 체질·진단연구그룹  
대전광역시 유성구 유성대로 1672  
Tel: 042-868-9365 Fax: 042-868-9480  
Email: rkim70@kiom.re.kr  
관심분야: 사상체질의학 및 의료기기  
현재 한국한의학연구원 책임연구원

• 장준수 (Jang, Junsu)  
한국한의학연구원 체질·진단연구그룹

대전광역시 유성구 유성대로 1672  
Tel: 042-868-9320 Fax: 042-868-9480  
Email: junsu.jang@kiom.re.kr  
관심분야: 영상인식, 음성처리, 한의공학  
현재 한국한의학연구원 선임연구원